

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-318148

(43)Date of publication of application : 09.11.1992

(51)Int.Cl.

C22C 38/00
C22C 38/58

(21)Application number : 03-114020

(71)Applicant : HITACHI METALS LTD

(22)Date of filing : 18.04.1991

(72)Inventor : KAWAKAMI AKIRA

(54) TOOL STEEL FOR HOT WORKING

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a tool steel for hot working being suitable for die, etc., in hot forging of a large scale parts, especially improved in strength at high temp.

CONSTITUTION: This tool steel for hot working consists of one or two kinds of (all in wt.%) 0.25-0.35% C, $\leq 1.5\%$ Si, $\leq 2\%$ Mn, 0.3-2% Ni 2.5-4.5% Cr, 0.5-2.0% W, and 0.25-3.5% Mo, and 0.25-3.5% (1/2 W+Mo), 0.2-2% V, $\leq 0.005\%$ S and residue consisting of Fe and inevitable impurities, or component substituting 0.5-5% Co for a part of Fe in the above tool steel.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-318148

(43) 公開日 平成4年(1992)11月9日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 2 2 C 38/00 38/58	3 0 1 H	7217-4K		

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平3-114020

(22) 出願日 平成3年(1991)4月18日

(71) 出願人 000005083

日立金属株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目1番2号

(72) 発明者 川上 章

島根県安来市安来町2107番地の2 日立金属株式会社安来工場内

(74) 代理人 弁理士 大場 充

(54) 【発明の名称】 熱間加工用工具鋼

(57) 【要約】

【目的】 大型部品を熱間鍛造する金型等に適した特に高温強度を改善した熱間加工用工具鋼を提供する。

【構成】 本発明は重量%でC 0.25~0.35%、Si 1.5%以下、Mn 2%以下、Ni 0.3~2%、Cr 2.5~4.5%、W 0.5~2.0%およびMo 0.25~3.5%の1種または2種を1/2W%+Mo%で0.25~3.5%、V 0.2~2%、S 0.005%以下、残部Feおよび不可避免の不純物からなるか、またはFeの一部を置き換えCo 0.5~5%含む熱間加工用工具鋼である。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%でC 0.25～0.35%、Si 1.5%以下、Mn 2%以下、Ni 0.3～2%、Cr 2.5～4.5%、W 0.5～2.0%およびMo 0.25～3.5%の1種または2種を1/2W%+Mo%で0.25～3.5%、V 0.2～2%、S 0.005%以下、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする熱間加工用工具鋼。

【請求項2】 重量%でC 0.25～0.35%、Si 1.5%以下、Mn 2%以下、Ni 0.3～2%、Cr 2.5～4.5%、W 0.5～2.0%およびMo 0.25～3.5%の1種または2種を1/2W%+Mo%で0.25～3.5%、V 0.2～2%、S 0.005%以下、Co 0.5～5%、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする熱間加工用工具鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、高水準の高温強度、靱性を備え、耐ヒートクラック寿命に優れ、かつ金型表面の切削再生が容易にできることを特徴とするプレス鍛造型などに用いられる熱間加工用工具鋼に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 自動車部品的大型化、エンジン馬力増による鋳鉄製からスチール製への移行などの動きを背景として大型部品を熱間鍛造により成形する用途が拡大した。この種の用途に用いられる金型用鋼には次のような特性が求められる。

(1) 使用中の応力に耐える強度をもつこと。

(2) 使用時型表面は、高温まで温度が上がるため、高温強度と軟化抵抗が良いこと。

(3) 耐ヒートクラック性に優れ、切削再生が容易にできること

(4) 金型が寸法であるので焼入性に優れかつ割損を生じないよう靱性の高いこと。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来、この種の用途には靱性の優れるS K T系の金型材や、既に特公昭54-38570号、特開昭53-80318号にて提案されている金型材が使用されている。しかし、S K T系または特公昭54-38570号、特開昭53-80318号にて提案された金型材は、高温強度が不足するという問題があった。また熱間加工用工具鋼として特開昭62-112761号、特開昭63-162840号、特公昭57-51456号、特開昭62-149852号等に開示された鋼が提案されている。

【0004】 しかし、特開昭62-112761号、特開昭63-162840号、および特公昭57-51456号にて提案された鋼はいずれも高Cで高硬度(HRC48以上)の鋼であり、本質的に靱性が不足し、本願発明が対象とする大型のプレス鍛造金型には適用できない。また、特開昭62-161942号、特開昭62-149852号にて提案された鋼は、主に複雑形状のダイカスト金型に用いられるものである。この用途の型

は、焼なまし状態で型加工を行ない、この後に焼入れ焼もどしを行なって作製されるが、焼入れ時の型の寸法変化を極力避けるため、焼入れ時の冷却として徐冷が適用される。したがって、特開昭62-161942号、特開昭62-149852号の開示の鋼は、焼入性を重視した組成からなり、やはり本願発明が対象とする大型のプレス鍛造金型に適用することは困難である。本願発明は、以上の背景に鑑み、特に高温強度を改善した熱間加工用工具鋼の提供を課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 熱間加工用工具鋼の高温強度は、焼入れ焼もどし時に析出した微細な炭化物によって付与される。しかし、工具使用に伴う工具表面の昇温により、炭化物の凝集が進行し、強度が低下してゆく。炭化物の凝集速度を速める要因の1つとして炭化物形成元素量に対し、炭素量が高いことが掲げられる。この場合、炭素の活量が大きいため、炭化物凝集速度が大きくなる。この点について本発明者は、炭素量と炭化物形成元素の最適化について検討を行なった。

【0006】 また、他の要因として焼入れ時に基地に固溶せず、残留した比較的粒径の大きい炭化物の存在が掲げられ、この粒径の大きい残留炭化物は、炭化物相互の凝集速度を速める作用を持つ。これに対しては、焼入れ温度を高くし、残留炭化物の量を減らすことが有効であるが、同時に結晶粒の粗大化をまねき、靱性が低下する。これを抑えるために、本願発明では、炭素量を低く抑え、結晶粒の微細化に効果のあるVを特定量添加することにより、靱性低下を防止しつつ、残留炭化物量を従来鋼より高い焼入温度で低減し、炭化物の凝集を抑制して高温強度を確保せんとするものである。

【0007】 すなわち本発明は、重量%でC 0.25～0.35%、Si 1.5%以下、Mn 2%以下、Ni 0.3～2%、Cr 2.5～4.5%、W 0.5～2.0%およびMo 0.25～3.5%の1種または2種を1/2W%+Mo%で0.25～3.5%、V 0.2～2%、S 0.005%以下、および場合によっては、Co 0.5～5%、残部Feおよび不可避的不純物からなることを特徴とする熱間加工用工具鋼である。

【0008】

【作用】 次に本発明鋼の成分限定理由について述べる。Cは、W、Mo、VおよびCrなどの炭化物形成元素と結合して炭化物を形成し、焼もどし軟化抵抗、高温強度与えるために添加するものであるが、多すぎると残留炭化物量を増やし、また焼もどし時に析出して高温強度を付与する微細析出炭化物の成長、凝集の速度を速める。このために、炭化物生成元素全体の量と結晶粒微細化のためのV量とのバランスを考慮して低めに抑える必要があり、上限を0.35%とする。低すぎると焼入性、焼もどし硬さが不足するので、含有量を0.25%以上とする。Siは、使用中の昇温による保護性酸化皮膜を形成させにくくし、また靱性、熱伝導性を低下させるので1.50%以下

とする。Mnは、焼入性を向上させるが、多すぎるとA₁変態点を過度に低下させ、焼なまし硬さを過度に高くし、被切削性を低下させるので2.00%以下とする。

【0009】Niは、C、Cr、Mn、Mo、Wなどとともに本発明鋼に優れた焼入性を付与し、緩やかな焼入冷却速度の場合にもマルテンサイト主体の組織を形成し、靱性の低下を防ぐための重要な添加元素である。また基地の本質的な靱性改善に寄与する。Niは上記効果を得るために0.3%以上必要であるが、多すぎるとA₁変態点を過度に低下させ、耐へたり寿命の低下をまねき、焼なまし硬さを過度に高くして機械加工性を低下させるので、2.00%以下とする。Crは、適正な添加量の設定のより焼もどし軟化抵抗および高温強度の向上、Cと結合して炭化物を形成することによる耐摩耗性の向上、焼入性の向上効果を有するものである。低すぎると耐酸化性が不足し、使用時肌荒れを生じやすく、上記の添加効果とともに本発明鋼の特徴である優れた靱性を得るために2.5%以上とする。高すぎると昇温時凝集しやすい炭化物を形成し、軟化抵抗、高温強度を低下させるので4.50%以下とする。W、Moは、焼もどし時微細な炭化物を析出して軟化抵抗、高温強度を増加させる効果を有するものである。C量に応じてなるべく多量に添加するが、多すぎるとC量との関係において炭化物量が多くなり過ぎ、これが熱間加工方向に紐状に整列して熱間加工方向へのクラックが伸展しやすくなり、また焼もどし時析出する微細炭化物量が多くなりすぎ、靱性を低下させるため、W 2.0%以下、Mo 3.5%以下の1種または2種でかつ1/2W%+Mo%で3.5以下となるように添加する。また低すぎると上記添加の効果が得られないので、W 0.5%以上、Mo 0.25%以上の1種または2種で1/2W%+Mo%で0.25以上とする。Vは、固溶しにくい炭化物を形成して耐摩耗性および耐焼付性に向上効果を有するものであり、焼入れ加熱時基地に固溶して焼もどし時微細な凝集しにくい炭*

*炭化物を析出し、高い温度域における軟化抵抗を大とし、大きな高温強度を得るための重要な元素である。また、結晶粒を微細化して靱性を向上させると共にA₁変態点を上げ、優れた高温強度とあいまって、耐ヒートクラック性をも向上させる効果をもたらす本発明に特に重要な元素である。多すぎると巨大な炭化物を生成し、熱間加工方向に沿う紐状炭化物の分布傾向を増大させ、熱間加工方向に沿うクラックの伸展を助長するため、上限を2%とする。一方、低すぎると型表面部の早期軟化をまねくなど上記添加の効果が得られないので0.20%以上とする。

【0010】Sは硫化物を形成し、熱間加工方向に伸びて分布し、熱間加工方向の靱性を低下させる。これに及ぼすSの影響は、0.005%以下で、その効果が大きいことを見出したものでSの上限を0.005%とする。Coは、使用中の昇温時に極めて緻密で密着性の良い保護酸化皮膜を形成し、これにより相手材との間の金属接触を防ぎ、金属表面の温度上昇を防ぐと共に優れた耐摩耗性をもたらすものである。また、この酸化皮膜形成による断熱効果、保護作用による耐ヒートクラック性の向上、クラック発生起点の生成の抑制などの効果が得られるものである。Coは上記効果を付与するために添加するが、多すぎると靱性を低下させるので5.00%以下とし、低すぎると上記添加の効果が得られないので0.50%以上とする。

【0011】

【実施例】以下、本発明を実施例に基づき、詳細に説明する。表1に本発明鋼および従来鋼の化学組成を示す。表2に本発明鋼および従来鋼の標準的な熱処理条件における高温強度と靱性を示す。

【0012】

【表1】

		化 学 組 成 (wt%)												備 考
		C	Si	Mn	Ni	Cr	W	Mo	V	S	Nb	Co	Fe	
本 発 明 鋼	A	0.29	0.30	0.91	0.88	4.01	—	1.20	0.88	0.002	—	—	Bal	
	B	0.32	0.36	0.83	1.04	3.07	0.64	1.05	0.59	0.001	—	—	•	
	C	0.34	1.22	0.36	0.61	2.70	0.85	2.06	1.30	0.002	—	1.12	•	
	D	0.28	0.32	0.66	0.86	3.38	—	1.26	0.30	0.003	—	—	•	
	E	0.21	0.31	0.62	0.92	3.35	1.42	—	0.69	0.003	—	—	•	
従 来 鋼	F	0.53	0.25	0.88	1.91	1.31	—	0.32	0.14	0.008	—	—	•	SKT4
	G	0.33	0.31	0.45	1.95	2.29	—	1.86	0.75	0.006	—	—	•	特公54-38570
	H	0.46	0.33	0.75	—	1.56	0.73	0.78	0.24	0.007	0.06	—	•	特開59-80318

← vanadium high

【0013】

【表2】

		焼入温度 (℃)	硬さ (HRC)	700℃引張強さ (kg/mm ²)	シャルピー衝撃値 (kgm/cm ²)
本発明鋼	A	940	42.3	29.2	9.4
	B	950	42.8	30.5	8.9
	C	950	42.5	29.7	8.6
	D	940	42.1	28.7	8.4
	E	950	42.1	29.0	8.6
従来鋼	F	850	42.5	24.5	6.8
	G	930	41.8	28.4	8.1
	H	880	42.6	26.8	7.5

【0014】高温強度は700℃における引張強さで示し、靱性は2mmUノッチシャルピー衝撃試験の結果で示す。本発明鋼(A～E)は従来鋼F(SKT4)、従来鋼G(特公昭54-38570号に開示される鋼)、従来鋼H(特開昭58-80318号に開示される鋼)と比較しても明らかに高温強度に優れている。これは本発明鋼の標準的な焼入温度が従来鋼に比較して高くできるためである。また靱性も従来鋼より優れている。これらのことから、金型表面が600℃以上に昇温する用途の金型に本発明鋼が使用*

*されるとき、金型表面のヒートクラックや塑性流動が起これにくいことが推測される。

【0015】表3に本発明鋼の耐ヒートクラック性試験結果を示す。この試験結果は、15mmφ×25mmの試験片の表面を700℃で急熱し、水中で20℃に急冷する操作を1500回繰り返した結果である。

【0016】

【表3】

		クラック 個 数	クラック平均 深さ (mm)	クラック最大 深さ (mm)
本発明鋼	A	129	0.17	0.33
	B	126	0.16	0.32
	C	139	0.18	0.32
	D	146	0.19	0.44
	E	128	0.18	0.35
従来鋼	F	255	0.28	0.51
	G	185	0.24	0.44
	H	205	0.27	0.46

【0017】本発明鋼は、従来鋼に比べヒートクラック 50 の個数が少なく、またヒートクラックの深さが小さい。

これは本発明鋼の大きな特長の一つであり、ヒートクラックが発生しにくいこと、また発生したヒートクラックが深く進みにくく、型表面の切削再生の工数が少なくて済むことを示すものである。

【0018】

【表4】

		焼付臨界荷重比
本発明鋼	B	152
	C	176
	D	147
従来鋼	F	100
	G	136
	H	125

【0019】表4は、本発明鋼の高温焼付試験における

焼付臨界荷重（比）を示す。試料は円筒状試料で、熱処理、表面を研磨仕上後あらかじめ550℃における空気酸化処理を行なったのち、700℃に加熱した鋼材（相手材）に高速で回転しながら端面を押しつけた場合の焼付が起こらない最大荷重（臨界荷重）を求め、従来鋼F（SKT4）の焼付臨界荷重を100として指数で示したものである。これは、本発明鋼の高温強度が高いことによるものであるが、Coを添加した本発明鋼Cの焼付臨界荷重が高いのはCoを添加することにより、上記酸化処理により試料表面に形成され、保護作用、潤滑作用をもつ酸化皮膜が緻密で剥離しにくくなるためである。

10

【0020】

【発明の効果】以上説明したように本願発明鋼は、従来のSKT系の型材における問題点であった高温強度を、SKT系の材料の特徴である高靱性を損なうことなく、大きく改善した。

20